

PAT-NO: JP02002150944A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002150944 A
TITLE: LUMINOUS DEVICE HAVING ELECTRON
EMITTER
PUBN-DATE: May 24, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KUNUGIBARA, TSUTOMU	N/A
KOMODA, TAKUYA	N/A
AIZAWA, KOICHI	N/A
TACHIBANA, KUNIHIDE	N/A
HASHIGUCHI, SEISHIRO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD	N/A

APPL-NO: JP2000347200

APPL-DATE: November 14, 2000

INT-CL (IPC): H01J011/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a luminous device having electron emitters that can improve luminous efficiency and achieve low electric power consumption and has high stability.

SOLUTION: In the luminous device, a display cell, which has an airtight space, formed between a front-face glass substrate 20 and a rear face glass substrate 11 made of the front face glass substrate 20, rear-face glass

substrate 11 and a pair of neighboring barrier ribs 12 or the like, is constituted, and electron emitters are arranged in the display cell. The electron emitter 10 is comprised of a ballistic electron surface emitting type electron emitter, which comprises a strong field drift layer made of an oxidized or nitrided porous semiconductor layer between the surface electrode and the lower electrode, and in which, through the impression of a direct current voltage between the surface electrode and the lower electrode, electrons that are filled in the strong field drift layer from the lower electrode, are emitted passing through the surface electrode.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-150944
(P2002-150944A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 J 11/02

識別記号

F I
H 0 1 J 11/02

サーチコード* (参考)
B 5 C 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-347200(P2000-347200)

(22) 出願日 平成12年11月14日 (2000.11.14)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 櫛原 勉

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 菰田 卓哉

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

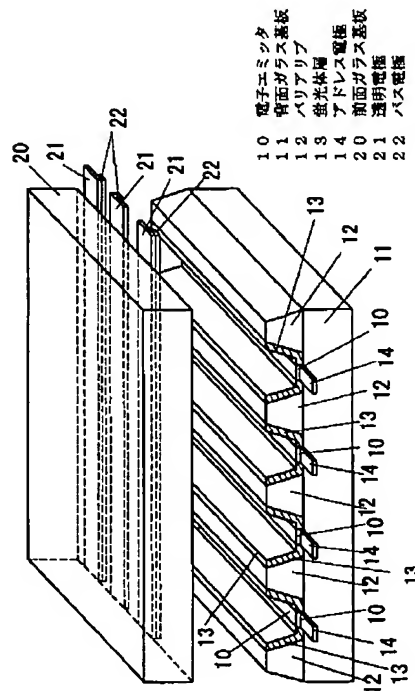
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子エミッタ付発光装置

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が向上できるとともに低消費電力化が図れ且つ安定性の高い電子エミッタ付発光装置を提供する。

【解決手段】 前面ガラス基板20、背面ガラス基板11、隣り合う一対のバリアリブ12などにより前面ガラス基板20と背面ガラス基板11との間に気密空間が形成された表示セルを構成しており、表示セル内に電子エミッタ10が配置されている。電子エミッタ10は、表面電極と下部電極との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層を有し表面電極と下部電極との間に直流電圧を印加することにより下部電極から強電界ドリフト層へ注入された電子が表面電極を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密容器内に封入されたガスの励起に伴う発光を利用する発光装置へ前記ガスを励起させるように前記ガス中へ電子を供給する電子エミッタを付加したものであって、前記電子エミッタが、表面電極と下部電極との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層を有し表面電極と下部電極との間に直流の駆動電圧を印加することにより下部電極から強電界ドリフト層へ注入された電子が表面電極を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなることを特徴とする電子エミッタ付発光装置。

【請求項2】 前記ガスは、紫外線を発生するガスからなることを特徴とする請求項1記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項3】 前記気密容器に設けられた対になる放電用電極と、当該対になる放電用電極間に直流電圧を印加して前記気密容器内へ電界を印加する電界印加手段とを備えることを特徴とする請求項1または請求項2記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項4】 前記電界印加手段は、前記ガスが放電する放電開始電圧よりも小さな直流電圧を前記対になる放電用電極間に印加する機能を備えることを特徴とする請求項3記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項5】 前記電子エミッタは、前記放電用電極へ流れる電流を制限するように前記対になる放電用電極間に配置されてなることを特徴とする請求項3記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項6】 前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動させる機能を有することを特徴とする請求項3記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項7】 前記気密容器に設けられた対になる放電用電極と、当該対になる放電用電極間に交流電圧を印加して前記ガスを放電させる電界印加手段と、前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動させる機能を有することを特徴とする請求項1または請求項2記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項8】 前記電子エミッタは、前記気密容器内に配設されてなることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項9】 前記電子エミッタは、前記気密容器の内壁面に配設されてなることを特徴とする請求項8記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項10】 前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、前記電

子エミッタからピークエネルギーが3 eV以下若しくは10 eV以上の電子が放出されるように前記電子エミッタを駆動することを特徴とする請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の電子エミッタ付発光装置。

【請求項11】 前記駆動手段は、18V以上の駆動電圧で前記電子エミッタを駆動することを特徴とする請求項10記載の電子エミッタ付発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、面状光源、フラットパネルディスプレイパネルなどに応用できる電子エミッタ付発光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のプラズマディスプレイパネル（Plasma Display Panel：以下、PDPと略称する）は、画素に用いられる表示セル（放電セル）に封入されたXeガスを放電させることで励起波長が147 nmおよび173 nmの紫外線を放出させ、この紫外線によって表示セル内の蛍光体を励起して発光させている。

【0003】しかしながら、この種のPDPの表示セル内での放電は、放電により生じたイオンの二次電子放出で放電が維持される冷陰極グロー放電であるため、電離に必要なエネルギーが紫外線の放出に寄与しないので、発光効率が低いという問題がある。また、表示セル内にXeガスのみが封入されたものでは放電効率が低いので、Xeガスに加えてHeガスやNeガスなどを封入したものがあるが、Xeガスの分圧が減少し、発光効率が低下してしまうという問題もあった。さらに、従来のPDPでは表示セル内に封入されたガスが放電を開始するときの電圧である放電開始電圧や、放電を維持するために必要な電圧が高いので、消費電力が大きくなるという問題もあった。これらのことから、PDPでは輝度の向上と消費電力の低減とが望まれている。

【0004】また、直流放電型（DC型）のPDPにおいて256階調などの高い階調が要求されるものでは、駆動時に放電が開始されるまでの時間を1 μ秒以内とするとともに、放電に必要な電圧を低減するために表示セルに隣接して補助セルを設けている。しかしながら、補助セルを設けたDC型のPDPでは、製造プロセスの複雑化や発光面積の低下に伴って効率が低下してしまうという問題があった。さらには予備放電によってコントラストが低下するという問題があった。

【0005】一方、交流放電型（AC型）のPDPでは、放電セルの内壁に被着した誘電体層への蓄積電荷を利用して放電に必要な電圧を低減するようにしたものも提案されている。このような誘電体層を放電セルの内壁に設けたPDPでは、誘電体層を二次電子放出係数の比較的大きなMgO膜からなる保護層で被覆してあるが、Xeガスに対するMgO膜の二次電子放出（ γ 効果）効率が0.1%程度と非常に低いため紫外線の発光効率の

向上および低消費電力化に十分な効果が得られないという問題があった。また、AC型のPDPでは、壁電荷を利用しているので、コントラストが低下するという問題があった。

【0006】また、表示セル内に封入されたガス中へフィラメントから電子を供給することでガスの励起効率を向上させるようにしたものも提案されているが、製造プロセスが複雑になるという問題があり、しかも、フィラメントを用いていることにより、低消費電力化が難しくなるという問題があった。

【0007】そこで、表示セル内にいわゆるスピント（Spindt）型電極を設置し、スピント型電極からガス中へ電子を放出することで放電開始電圧を低下させることが考えられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、表示セル内に封入されたガスを放電させるためには、バッシュェンの法則によればガス圧を数十kPa程度にすることが必要である。しかしながら、スピント型電極は、電界がエミッタチップの先端に集中するので、エミッタチップの先端の周りの真空度が低くて残留ガスが存在するような場合、放射された電子によって残留ガスがプラスイオンにイオン化され、プラスイオンがエミッタチップの先端に衝突するから、エミッタチップの先端がダメージ（例えば、イオン衝撃による損傷）を受け、仕事関数などが変動するため、放射される電子の電流密度や効率が不安定になったり、エミッタチップの寿命が短くなってしまうという問題があった。要するに、スピント型電極は、PDPのように数十kPaのガスが封入された表示セル内では安定に動作することができず、安定性が低いという問題があった。しかもスピント型電極は製造プロセスが複雑であるという問題もあった。

【0009】本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、発光効率が向上できるとともに低消費電力化が図れ且つ安定性の高い電子エミッタ付発光装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、上記目的を達成するために、気密容器内に封入されたガスの励起に伴う発光を利用する発光装置へ前記ガスを励起させるように前記ガス中へ電子を供給する電子エミッタを付加したものであって、前記電子エミッタが、表面電極と下部電極との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層を有し表面電極と下部電極との間に直流の駆動電圧を印加することにより下部電極から強電界ドリフト層へ注入された電子が表面電極を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなることを特徴とするものであり、ガス中へ電子エミッタから電子を供給することにより、ガスを励起させるのに必要なエネルギーを減少させることができ、ガスの励起効

率が向上するとともに、放電が開始する放電開始電圧および放電を維持するための電圧を低減することができるから、発光効率が向上するとともに低消費電力化を図ることができ、しかも、弾道電子面放出型の電子エミッタは電子放出特性の真空度依存性が小さくて例えばプラズマディスプレイパネルの表示セル内のような数十kPaの圧力中でも比較的低い駆動電圧で安定して電子を放出することができるので、安定性を高めることができる。

10 【0011】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記ガスは、紫外線を発生するガスからなるので、例えば、気密容器の内壁面に紫外線により励起されて発光する蛍光体層を被着しておくことにより所望の発光色を得ることが可能になる。

【0012】請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記気密容器に設けられた対になる放電用電極と、当該対になる放電用電極間に直流電圧を印加して前記気密容器内へ電界を印加する電界印加手段とを備えるので、例えば直流放電型のプラズマディスプレイパネルへの応用が可能になる。

20 【0013】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記電界印加手段は、前記ガスが放電する放電開始電圧よりも小さな直流電圧を前記対になる放電用電極間に印加する機能を備えるので、放電開始電圧よりも小さな電圧で動作させることによって発光効率がさらに向上し、また、プラズマからのイオンなどの衝突によって前記電子エミッタが受けるダメージを低減することができ長寿命化を図ることができる。

【0014】請求項5の発明は、請求項3の発明において、前記電子エミッタは、前記放電用電極へ流れる電流を制限するように前記対になる放電用電極間に配置されているので、前記放電用電極へ過大な電流が流れるのを前記電子エミッタによって防ぐことができ、長寿命化を図ることができ、しかも、前記放電用電極へ流れる電流を制限するための保護抵抗を別途に設ける必要がないから、保護抵抗を形成するためのプロセスを削減できる。

30 【0015】請求項6の発明は、請求項3の発明において、前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動させる機能を有するので、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動して前記ガス中へ電子を供給することで従来のような補助セルを設けることなしに、電界印加手段によって直流電圧を印加したときに放電が開始するまでに要する時間を短縮することが可能になる。

40 【0016】請求項7の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記気密容器に設けられた対になる放電用電極と、当該対になる放電用電極間に交流電圧を印加して前記ガスを放電させる電界印加手段と、前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記

駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動させる機能を有するので、例えば交流放電型のプラズマディスプレイパネルの表示セルへの応用が可能になり、また、電界印加手段によって交流電圧を印加したときに放電が開始するまでに要する時間を短縮することが可能になるとともに、放電開始電圧を低減させることが可能になる。

【0017】請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7の発明において、前記電子エミッタは、前記気密容器内に配設されているので、前記電子エミッタから前記ガス中へ電子を効率的に供給することができる。

【0018】請求項9の発明は、請求項8の発明において、前記電子エミッタは、前記気密容器の内壁面に配設されているので、前記電子エミッタを前記気密容器の内壁面に形成することができ、製造が容易になる。

【0019】請求項10の発明は、請求項1ないし請求項9の発明において、前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、前記電子エミッタからピークエネルギーが3 eV以下若しくは10 eV以上の電子が放出されるように前記電子エミッタを駆動するので、前記ガス中への電子の注入効率を向上させることができる。

【0020】請求項11の発明は、請求項10の発明において、前記駆動手段は、18 V以上の駆動電圧で前記電子エミッタを駆動するので、前記電子エミッタから放出される電子のエネルギー分布におけるピークエネルギーが10 eV以上になるから、前記ガス中への電子の注入効率を向上させることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】（実施形態1）本実施形態では、図2に示す基本構成を有する電子エミッタ付発光装置を表示セルとして応用したDC型の反射型PDPを例示する。

【0022】まず、図2に示す電子エミッタ付発光装置について説明する。

【0023】図2に示す電子エミッタ付発光装置は、表示電極の一部を構成し放電用電極を兼ねる透明電極21が設けられた前面ガラス基板20と、放電用電極14が設けられた背面ガラス基板11とを対向配置し、前面ガラス基板20と背面ガラス基板11との間にスペーサ12を介在させ、前面ガラス基板20と背面ガラス基板11とスペーサ12とを有する気密容器内の空間CにXeガスを封入してある。また、気密容器の一部を構成する背面ガラス基板11における前面ガラス基板20との対向面上には上記放電用電極14が配設してあり、放電用電極14上に電子エミッタ10を配置してある。また、気密容器の内壁面に蛍光体層13が被着されている。蛍光体層13は、背面ガラス基板11における前面ガラス

基板20との対向面であって放電用電極14および電子エミッタ10に重ならない部位とスペーサ12とに跨って被着されている。すなわち、気密容器の内壁面において前面ガラス基板20の部分および電子エミッタ10に対応した部分以外の略全体にわたって蛍光体層13を被着してある。なお、気密容器内の空間Cに封入するXeガスのガス圧は、数十kPa程度に設定してある。また、図2に示したエミッタ付発光装置は、透明電極21と放電用電極14とが対をなしたものであり、透明電極21と放電用電極14との間に直流電圧を印加して気密容器内へ電界を印加する電界印加手段たる直流電源（図示せず）を備えている。

【0024】電子エミッタ10は、図3に示すような基本構成を有するものであって、背面ガラス基板11の一面側面に導電性層よりなる下部電極8が形成され、下部電極8上に酸化した多孔質多結晶シリコン層よりなる強電界ドリフト層6が形成され、強電界ドリフト層6上に導電性薄膜よりなる表面電極7が形成されている。ここに、強電界ドリフト層6は、下部電極8上にノンドープの多結晶シリコン層を堆積させた後に、該多結晶シリコン層を陽極酸化処理にて多孔質化して多孔質多結晶シリコン層を形成し、さらに多孔質多結晶シリコン層を室温の電解質溶液（例えば、1 MのH₂SO₄の水溶液）中で電気化学的に酸化することによって形成されている。また、表面電極7は、強電界ドリフト層6上に形成された膜厚が2 nmのクロム薄膜と、クロム薄膜上に積層された膜厚が8 nmの金薄膜とからなる導電性薄膜により構成してある。

【0025】なお、表面電極7の材料はAuやCrに限定されるものではなく、表面電極7の材料として、Pt、W、Ru、Ir、Al、Sc、Ti、V、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Rh、Pd、Ag、Cd、Ln、Sn、Ta、Re、Os、Tl、Pb、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなど、およびそれらの酸化物や組み合わせなどであってもよい。また、表面電極7の膜厚は例えば10 nm～15 nmの範囲内で設定し、より小さくすることが望ましいが、表面電極7の成膜時にいわゆる島状成長してしまうような膜厚では表面電極7の断線などの問題を引き起こす恐れがあるので、表面電極7の膜厚は表面電極7の材料および成膜方法に応じて適宜設定すればよい。

【0026】図3に示した電子エミッタ10では、表面電極7を真空中に配置するとともに図4に示すように表面電極7に対向してコレクタ電極21を配置し、表面電極7を下部電極8に対して正極として直流の駆動電圧V_{ps}を印加するとともに、コレクタ電極21を表面電極7に対して正極として直流電圧V_cを印加することにより、下部電極8から注入された電子が強電界ドリフト層

6をドリフトし表面電極7を通して放出される(なお、図4中の一点鎖線は表面電極7を通して放出された電子 e^- の流れを示す)。ここにおいて、表面電極7と下部電極8との間に流れる電流をダイオード電流 I_{ps} と称し、コレクタ電極12と表面電極7との間に流れる電流を放出電子電流 I_e と称し、ダイオード電流 I_{ps} に対する放出電子電流 I_e が大きい(I_e/I_{ps} が大きい)ほど電子放出効率が高くなる。なお、この電子エミッタ10では、表面電極7と下部電極8との間に印加する駆動電圧 V_{ps} を10~20V程度の低電圧としても電子を放出

させることができる。
【0027】この電子エミッタ10では、電子放出特性の真空度依存性が小さく且つ電子放出時にポッピング現象が発生せず安定して電子を高い電子放出効率で放出することができる。ここにおいて、強電界ドリフト層6は、図5に示すように、少なくとも、背面側ガラス基板11の主表面側に列設された柱状の多結晶シリコンのグレイン(半導体結晶)51と、グレイン51の表面に形成された薄いシリコン酸化膜52と、グレイン51間に介在するナノメータオーダのシリコン微結晶63と、シリコン微結晶63の表面に形成され当該シリコン微結晶63の結晶粒径よりも小さな膜厚の絶縁膜であるシリコン酸化膜64とから構成されたと考えられる。すなわち、強電界ドリフト層6は、各グレインの表面が多孔質化し各グレインの中心部分では結晶状態が維持されていると考えられる。したがって、強電界ドリフト層6に印加された電界はほとんどシリコン酸化膜64にかかるから、注入された電子はシリコン酸化膜64にかかっている強電界により加速され多結晶シリコンのグレイン51間を表面に向かって図5中の矢印Aの向きへ(図5中の上方向へ向かって)ドリフトするので、電子放出効率を向上させることができる。ここに、強電界ドリフト層6の表面に到達した電子はホットエレクトロンであると考えられ、表面電極7を容易にトンネルし真空中に放出される。なお、この電子エミッタ10の電子放出原理は、弾道電子放出現象と呼ばれており、電子エミッタ10は弾道電子面放型の電子エミッタである。

【0028】なお、本実施形態では、強電界ドリフト層6を酸化した多孔質多結晶シリコン層により構成しているが、強電界ドリフト層6を窒化した多孔質多結晶シリコン層、あるいは、その他の酸化若しくは窒化した多孔質半導体層(多孔質単結晶半導体層、多孔質アモルファス半導体層など)により構成してもよい。また、多結晶シリコンはノンドーブに限らず、ドーピングしたもので

もよい。
【0029】以下、上述の電子エミッタ付発光装置を表示セル(放電セル)として応用したPDPについて図1を参照しながら説明する。

【0030】図1に示した構成のPDPは、矩形板状の前面ガラス基板20と矩形板状の背面ガラス基板11と

を対向配置し、前面ガラス基板20と背面ガラス基板11との間に上記スペーサとしてのバリアリブ12を介在させてある。ここにおいて、背面ガラス基板11における前面ガラス基板20との対向面には複数のバリアリブ12が列設されている。すなわち、複数のバリアリブ12が全体としてストライプ状に配設されている。背面ガラス基板11における前面ガラス基板20との対向面であって隣り合うバリアリブ12の間の部位の略中央には上記放電用電極としてのアドレス電極14が配設されている。ここに、アドレス電極14は、バリアリブ12に長手方向が一致するように配設されている。要するに、背面ガラス基板11にはバリアリブ12とアドレス電極14とが交互に配設されている。

【0031】また、アドレス電極14の両側には蛍光体層13が形成されている。蛍光体層13は背面ガラス基板11とバリアリブ12とに跨って形成されている。また、アドレス電極14における前面ガラス基板20側には電子エミッタ10が配設されている。ここに、電子エミッタ10はアドレス電極14が上述の下部電極8を兼ねている。すなわち、電子エミッタ10は、アドレス電極14上に上述の強電界ドリフト層6が形成されている。また、前面ガラス基板20における背面ガラス基板11との対向面には、アドレス電極14に交差する方向に複数の透明電極21が列設されている。また、透明電極21における背面ガラス基板11側には透明電極21の電気抵抗による電圧低下を防ぐためのバス電極22が形成されており、透明電極21とバス電極22とで表示電極を構成している。要するに、アドレス電極14、電子エミッタ10、バリアリブ12、蛍光体層13は長手方向が一致している。なお、バリアリブ12は、放電時に隣接する表示セルへの影響を防止する機能と、隣接する表示セル間の光の混合を防ぐ機能とを備えている。

【0032】図1に示したPDPは、前面ガラス基板20、背面ガラス基板11、隣り合う一対のバリアリブ12などにより前面ガラス基板20と背面ガラス基板11との間に気密空間が形成された表示セルを構成しており、表示セル内に電子エミッタ10が配置されている。

【0033】ところで、表示セルにおいて、背面ガラス基板11における前面ガラス基板20との対向面と隣り合うバリアリブ12とに跨って蛍光体層13が被着されており、表示セル内に封入されたガスが励起することにより発生する紫外線によって可視光を発光する。なお、蛍光体層13は、電子エミッタ10上には設けていない。

【0034】上述のPDPでは、従来から周知のPDPと同様に直流電圧を印加する透明電極21とアドレス電極14との組を選択して適宜電圧を印加すれば、透明電極21とアドレス電極14との交点に相当する部位でガスが放電するが、本実施形態では、ガス中へ電子エミッタ10から電子を供給することにより、紫外線生成に寄

与しないイオンの生成によるエネルギーの損失を増加させることなく電子密度を向上させることができ、Xeガスの励起効率を向上させることができ、また、Xeガスを励起させるのに必要なエネルギーを減少させることができ、放電が開始する放電開始電圧および放電を維持するための電圧を低減することができるから、発光効率が向上するとともに低消費電力化を図ることができる。しかも、電子エミッタ10が上述のように、表面電極7と下部電極8との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層6を有し表面電極7と下部電極8との間に直流電圧を印加することにより下部電極8から強電界ドリフト層6へ注入された電子が表面電極7を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなるので、電子放出特性の真空度依存性が小さいから、プラズマディスプレイパネルの表示セル内のような数十kPaの圧力中でも比較的低い低駆動電圧で安定して電子を放出することができ、安定性を高めることができる。ここにおいて、表示セル内に電子エミッタ10を設けていない場合には、表示セル内のガス圧はバッシュンの法則に従い表示セルのサイズにより決まるが、電子エミッタ10を設けたことによって、より広い圧力範囲で駆動させることが可能になる。

【0035】なお、気密容器となる表示セルの内壁面には、紫外線により励起されて発光する蛍光体層13が被着されているので、蛍光体層13の材料として適宜材料を用いることで、所望の発光色を得ることができる。

【0036】また、本実施形態では、上記電界印加手段が、Xeガスが放電する放電開始電圧よりも小さな直流電圧を対になる透明電極21とアドレス電極14との間に印加する機能を備えるので、放電開始電圧よりも小さな電圧で動作させることによって発光効率がさらに向上し、また、プラズマからのイオンなどの衝突によって電子エミッタ10が受けるダメージを低減することができ長寿命化を図ることができる。

【0037】なお、本実施形態では、表示セル内の空間に電子エミッタ10を設置して、電子エミッタ10からの放出電子をガス中へ供給しているが、電子エミッタ10を表示セルの外部に設置して、放出電子を表示セル内に導入するようにしてもよい。また、表示セル内に封入するガスはXeガスだけに限定されるものではなく、例えばNeガスとXeガスとの混合ガスでもよいし、放電開始電圧や放電を維持するための電圧が低く且つ紫外線を大量に発生し、可視光の発生が少なく、放電に起因した蛍光体層13へのダメージが少ないガスであればよく、Neガスの代わりにHeガスを封入してもよいし、Heガスを加えてもよい。

【0038】以下、本実施形態のPDPの製造方法について説明する。

【0039】前面ガラス基板20は、背面ガラス基板11と対向させる面上に、例えばITOよりなる透明電極

21を形成した後、透明電極21上にCr/Cu/Crよりなるバス電極22を形成し、その後、周部に低融点ガラスよりなるシール層(図示せず)を5mm幅で形成し焼成する。なお、本実施形態では、透明電極21としてITO膜を用いているが、透明電極21の材料はITOに限定されるものではなく、例えばIZOを用いてもよい。

【0040】一方、背面ガラス基板20は、直径が1mm程度の排気およびガス封入用の貫通孔を4隅のうちの1箇所近傍に形成した後、Agよりなるアドレス電極14を例えば印刷法により形成し、その後、アドレス電極14上にノンドープの多結晶シリコン層を形成し、次に、該多結晶シリコン層をフッ化水素水溶液とエタノールとの混合液中での陽極酸化処理にて多孔質化して多孔質多結晶シリコン層を形成し、さらに多孔質多結晶シリコン層を室温の電解質溶液(例えば、1MのH₂SO₄の水溶液)中で電気化学的に酸化することにより強電界ドリフト層6を形成する。続いて、強電界ドリフト層6上に膜厚が2nmのクロム薄膜と膜厚が8nmの金薄膜との積層膜からなる表面電極7を形成することにより、アドレス電極14と強電界ドリフト層6と表面電極7とからなる電子エミッタ10が得られる。

【0041】また、アドレス電極14の幅方向の両側に例えば低融点ガラスよりなるバリアリブ12を印刷法により形成する。ここに、印刷法によるバリアリブ12の形成にあたっては、十数回の重ね合わせ印刷を行う。なお、バリアリブ12を形成する方法としては、印刷法の他にサンドブラスト法、リフトオフ法、埋め込み法などの方法を採用してもよい。

【0042】背面ガラス基板11は、アドレス電極14および電子エミッタ10およびバリアリブ12を形成した後、R、G、Bの蛍光体層13を印刷法などにより形成し、その後、周部にシール層を形成して焼成する。

【0043】以上のようにして構成された前面ガラス基板20と背面ガラス基板11とを、透明電極21とアドレス電極14とが直交するように位置合わせして互いのシール層同士を重ね合わせる。その後、Xeガスを導入するためのガラス管を背面ガラス基板11の上記貫通孔に対応した位置に配置し、焼成することでガラス管を背面ガラス基板11に取り付ける。

【0044】その後、全体を高温焼成炉内に設置し、400℃程度の温度環境下で前面ガラス基板20と背面ガラス基板11との間の空間にある空気などを排気してから、上記空間へXeガスを封入する。Xeガスのガス圧は数十kPa程度に設定されているが、外気圧により前面ガラス基板20がバリアリブ12の先端面に密着するようになっている。その後、上記ガラス管を封じ切ることによりPDPのパネル本体が完成する。その後、放電開始電圧よりも大きな電圧を表示電極間に印加して長時間放電によるエージングを行ってもよい。

【0045】なお、本実施形態では背面ガラス基板11にバリアリブ12を設けてあるが、前面ガラス基板20における背面ガラス基板11との対向面にリブを設けてもよい。また、バリアリブ12を形成した後に電子エミッタ10を形成してもよい。

【0046】ところで、本実施形態では、表示セルに印加する電圧を放電開始電圧よりも小さくすることで、表示セル内での放電を起こすことなくXeガスの励起を行うことができ、更なる効率の向上を図ることができる。

【0047】いま、バリアリブ12の高さを100 μ mに設定し、つまり、前面ガラス基板20と背面ガラス基板11との間のギャップを100 μ mに設定し、表示セル内の空間に67kPaのXeガスのみが封入されたものとして、透明電極21とアドレス電極14との間に直流電圧を印加する場合について種々のシミュレーションを行った結果について図6ないし図10を参照しながら説明する。ここに、陰極となるアドレス電極14は電子放出の機能を持っているが、二次電子は放出しないものとする。また、陽極となる透明電極21は電子のコレクタとして働き、電子エミッタ10から放射される電子の放射束は任意に設定できるものとする。また、電子エミッタ10は間欠的に動作させ、3 μ 秒の動作期間と1 μ 秒の停止期間とを交互に繰り返すものとする。

【0048】図6は電子エミッタ10から放出されるエミッタ電流の電流密度と、透明電極21に流れるコレクタ電流とエミッタ電流との比である電流増幅率との関係を種々の印加電圧についてシミュレーションした結果であり、同図中のイは印加電圧を50Vとしたとき、ロは印加電圧を70Vとしたとき、ハは印加電圧を90Vとしたとき、ニは印加電圧を110Vとしたとき、ホは印加電圧を130Vとしたとき、ヘは印加電圧を150Vとしたときをそれぞれ示す。図6から、電流増幅率は、印加電圧、エミッタ電流の電流密度それぞれの増大とともに大きくなることが分かる。

【0049】また、エミッタ電流の電流密度と紫外線放射エネルギーとの関係を図6のイ〜ヘと同じ印加電圧それぞれについてシミュレーションした結果を図7に示す。ところで、XeガスとNeガスとを1:9の割合で混合した混合ガスが封入された従来のPDPの紫外線エネルギーと同等の0.6 μ J/cm²を得るためには、図7から、印加電圧を150Vとしたときに0.45mA/cm²のエミッタ電流密度が必要となり、印加電圧を130Vとしたときに略1mA/cm²のエミッタ電流密度が必要となり、印加電圧を50Vとしたときに7.3mA/cm²のエミッタ電流密度が必要となることが分かる。図8に0.6 μ J/cm²の紫外線エネルギーを得るために必要な印加電圧とエミッタ電流の電流密度との関係を示す。

【0050】また、印加電圧と紫外線放射効率との関係のシミュレーション結果を図9に示す。図9から紫外線

放射効率は印加電圧の増大とともに減少しているが、印加電圧の増大に伴って紫外線放射効率が減少する原因は、印加電圧の増大に伴い紫外線生成に寄与しないイオンの生成によるエネルギー損失が増えるためである。

【0051】図9から、例えば電子エミッタ10から電流密度が1mA/cm²程度になるように電子を放出させれば、紫外線放射効率が約20%になることが分かる。従来のPDPの紫外線放射効率は約2%程度であるから、本実施形態のような電子エミッタ10を設けて電子を供給することで、紫外線放射効率を大幅に向上できる(紫外線放射効率を一桁程度大きくする)ことが分かる。

【0052】なお、上述のシミュレーションで用いた条件は一例であり、条件の違いで印加電圧や電流の値が大きく変わることもある。また、ガス圧も67kPaに限定されるものではない。また、放電を起こすことなく紫外線放射効率を向上させることができるので、パッシェンの法則に従う必要がなく、ガス圧を大気圧まで上げて紫外線放射効率を向上させることができる。また、プラズマ中のイオンや中性粒子の衝突により電子エミッタ10が受けるダメージを低減することもできる。

【0053】なお、本実施形態で説明したものでは、電子エミッタ10の放出電子電流(エミッション電流)I_eの電流密度を7mA/cm²以上にすれば、イオン化率も低減され、イオンボンバードなどによるダメージをさらに低減することができ、長寿命化および安定性の向上の面から望ましい。

【0054】ところで、従来のDC型のPDPでは、放電電流の増加に伴って放電電圧が上昇する図10中の異常グロー放電領域bで動作させているので、印加電圧を調節することで放電電流を制御することができる。しかしながら、異常グロー放電領域bで動作させると、スパッタリングによる透明電極21やアドレス電極14の損傷が大きく、寿命が短くなってしまうという問題があった。一方、セル内のガス圧を高めればスパッタリングを低減でき、発光効率が向上するが、放電は図6中の正常グロー放電領域aとなり、正常グロー放電では放電電流を増加させても放電電圧は一定ないし減少するので、放電電流を制限しないと過大な放電電流が流れて表示セルを破壊してしまうから、放電電流を制限する手段が必要となる。そこで、従来のPDPにおいては、個々の表示セル毎に保護抵抗を設けることが提案され実用化されている。しかしながら、保護抵抗を形成するためのプロセスが必要となるとともに、パネル構造が複雑になるという問題があった。

【0055】これに対し、本実施形態のPDPでは、表示電極とアドレス電極14との間に電子エミッタ10が配置され、電子エミッタ10の下部電極8がアドレス電極14により構成されているので、電子エミッタ10が放電電流を制限する保護抵抗としての機能を備えること

になり、従来のように別途に保護抵抗を形成する必要がなく、保護抵抗を形成するためのプロセスを追加することなく長寿命化を図ることができる。

【0056】また、一般的にPDPにおいて256階調の表示を行うためには、表示電極とアドレス電極14との間へ直流電圧を印加したときに1 μ 秒以内に放電を開始（始動）させる必要があり、従来のPDPにおいては表示セルの間に設けた補助放電セルで種火となる放電を表示セルの放電とは無関係に常時発生させているので、消費電力が大きくなってしまいう問題があり、また、補助セルを設けることにより製造プロセスが複雑になるとともに、開口率およびコントラストが低下してしまうという問題があった。

【0057】これに対して、本実施形態のPDPでは、表示セル内に封入されたXeガスを放電させる以前から電子エミッタ10を駆動して電子を常時放出させておけば、上記直流電圧を印加したときに1 μ 秒以内に放電を開始させることが可能になるので、従来のような補助セルを設ける必要がなく、開口率およびコントラストが低下することもない。また、上述の電子エミッタ10は、補助セルで種火となる放電を発生させるための電圧に比べて低電圧で電子を放出することができるから、低消費電力化を図ることができる。

【0058】ところで、本実施形態のように気密容器としての表示セル内に封入されたXeガス中へ電子エミッタ10から放出された電子を注入する際、その注入効率は電子エネルギーに依存する。例えば67kPaのXeガス中への注入効率と電子エネルギーとの関係をモンテカルロ法でシミュレーションして得られた注入効率の電子エネルギー依存性から、電子エネルギーが6eV程度のときに注入効率が極小となることがわかった。このような注入効率の電子エネルギー依存性は、電子とXe原子との弾性衝突断面積のエネルギー依存性によるものと考えられる。上述のシミュレーションの結果から、注入効率を向上させるためには、電子エネルギーが3eV以下若しくは10eV以上になるようにすることが望ましい。

【0059】これに対し、上述の電子エミッタ10から放射される電子のエネルギーN(E)のエネルギー分布は図11に示すようになる。ここに、図11中のイは上記駆動電圧Vpsを12Vとした場合、ロは駆動電圧Vpsを14Vとした場合、ハは駆動電圧Vpsを16Vとした場合、をそれぞれ示す。図11から、電子のエネルギーN(E)のエネルギー分布は比較的にブロードであって、駆動電圧Vpsの増加とともにピークエネルギーが高エネルギー側へシフトすることが分かる。上述の電子エミッタ10における駆動電圧Vpsとピークエネルギーとの関係は図12に示すようになり、駆動電圧Vpsを5Vよりも大きくすることで電子が放出され、駆動電圧Vpsが5V～30Vの範囲では駆動電圧Vpsの増加に伴ってピークエネルギーが大きくなっていることが分かる。また、上述の電子エミ

ッタ10では、駆動電圧Vpsの増加に伴って放出電子電流（エミッション電流）Ieが増大することが知られている。

【0060】したがって、上述の電子エミッタ10から放射される電子のエネルギーのピークエネルギーが3eV以下となるような駆動電圧Vpsでは十分なエミッション電流Ieが得られない。一方、電子エネルギーが10eV以上となるような駆動電圧Vpsを印加すれば、十分なエミッション電流Ieが得られ、Xeガス中への注入効率も向上するので、電子エミッタ10については電子エネルギーが10eV以上となるような駆動電圧Vpsで駆動することが望ましい。

【0061】なお、図12から分かるように、電子エミッタ10の駆動電圧Vpsが16Vのときのピークエネルギーが8.4eVとなっているが、表面電極7に用いるAuの仕事関数が約5eVであることを考えると、ピークエネルギーの値は電位差の約76%の値になっていることが分かる。このことから、電子エネルギー分布のピークエネルギーを例えば15eVとするには、駆動電圧Vpsを25Vとする必要があることになり、電子エネルギー分布のピークエネルギーを10eVとするには、駆動電圧Vpsを約18Vとすればよいことが分かる。言い換えれば、上述の電子エミッタ10は、駆動電圧Vpsを18V以上とすることにより、放射される電子のエネルギー分布におけるピークエネルギーが10eV以上となる。

【0062】なお、図2に示す電子エミッタ付発光装置では、電子エミッタ10から同図中に矢印Aで示す向きに電子が放出され、同図中に矢印Bで示すように前面ガラス基板20を通して外部へ光が取り出される。

【0063】（実施形態2）本実施形態では、AC型のPDPの表示セル（放電セル）として応用可能な図13に示す電子エミッタ付発光装置を例示する。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0064】ところで、従来のAC型のPDPの放電セルは、図14に示すような基本構成を有し、周知のように、前面ガラス基板20における背面ガラス基板11との対向面に、対をなす2つの透明電極21、21が形成され、両透明電極21、21を覆うように誘電体層23が形成され、さらに誘電体層23を覆うようにMgO膜24が形成されている。一方、背面ガラス基板11における前面ガラス基板20との対向面上にはアドレス電極14が形成され、アドレス電極14を覆うように蛍光体層13が形成されている。ここに、蛍光体層13は表示セル内の内壁面において底面と内側面とに跨って形成されており、図14に示す基本構成の表示セルを用いたAC型のPDPでは、誘電体層23に蓄積された壁電荷を利用して放電開始電圧（トリガ電圧）を低減させている。ここに、対をなす透明電極21、21間には電界印加手段たる交流電源（図示せず）から交流電圧が印加さ

れる。なお、図14に示す基本構成では、同図中に矢印Bで示すように前面ガラス基板20を通して外部へ光が取り出される。

【0065】これに対して、本実施形態では、図13に示すように、実施形態1と同様にアドレス電極14上に電子エミッタ10が形成されているので、放電させる以前から、あるいは常時、電子エミッタ10を駆動手段たる直流電源（図示せず）によって駆動することによって、放電開始電圧を図14の構成に比べてさらに低減することが可能になる。なお、本実施形態では、電子エミッタ10が蛍光体層13に被覆されていないので、表示セル内で放電を発生させる場合にはプラズマに曝されるが、電子エミッタ10を蛍光体層13により被覆してもよい。ただし、蛍光体層13で電子エミッタ10を被覆することで、電子エミッタ10からの電子放出効率は低下することもありうる。

【0066】（実施形態3）本実施形態では、DC型のPDPの表示セルとして応用可能な図15に示す電子エミッタ付発光装置を例示する。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0067】ところで、従来のDC型のPDPの一種である反射型PDPの表示セルは、図16に示すような基本構成を有し、周知のように、前面ガラス基板20における背面ガラス基板11との対向面に透明電極21が形成されている。一方、背面ガラス基板11における前面ガラス基板20との対向面上にはアドレス電極14が形成され、アドレス電極14の周辺からバリアリブ12にかけて蛍光体層13が形成されている。ここに、蛍光体層13は表示セル内の内壁面である底面と内側面とに跨って形成されている。ここに、対をなす透明電極21とアドレス電極14との間には電界印加手段たる直流電源（図示せず）から直流電圧が印加される。なお、図16に示す基本構成では、同図中に矢印Bで示すように前面ガラス基板20を通して外部へ光が取り出される。

【0068】これに対して、本実施形態では、図15に示すように、前面ガラス基板20における背面ガラス基板11との対向面に形成された透明電極21に重なる形で電子エミッタ10が形成されている。ここに、電子エミッタ10は、透明電極21が実施形態1で説明した下部電極8を兼ねており、表面電極7が背面ガラス基板11に對向している。要するに、図15に示す基本構成では、電子エミッタ10から同図中に矢印Aで示す向きに電子が放出され、同図中に矢印Bで示すように前面ガラス基板20を通して外部へ光が取り出される。

【0069】しかして、本実施形態においても、電子エミッタ10が表示セル内に配置されているので、放電させる以前から、あるいは常時、電子エミッタ10を図示しない駆動手段によって駆動することによって、図16の構成に比べて放電開始電圧を低減することが可能になる。要するに、本実施形態においても、実施形態1と同

様に、ガス中へ電子エミッタ10から電子を供給することにより、紫外線生成に寄与しないイオンの生成によるエネルギーの損失を増加させることなく電子密度を向上させることができ、Xeガスの励起効率を向上させることができ、また、Xeガスを励起させるのに必要なエネルギーを減少させることができ、放電が開始する放電開始電圧および放電を維持するための電圧を低減することができるから、発光効率が向上するとともに低消費電力化を図ることができる。しかも、電子エミッタ10が上述のように、表面電極7と下部電極8との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層6を有し表面電極7と下部電極8との間に直流電圧を印加することにより下部電極8から強電界ドリフト層6へ注入された電子が表面電極7を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなるので、電子放出特性の真空度依存性が小さいから、プラズマディスプレイパネルの表示セル内のような数十kPaの圧力中でも比較的低い低駆動電圧で安定して電子を放出することができ、安定性を高めることができる。

【0070】また、本実施形態では、前面ガラス基板20側に電子エミッタ10を設けているので、背面ガラス基板11側の作製プロセスを従来から変更する必要がなく、背面ガラス基板11側に電子エミッタ10を設ける場合に比べて簡単に製造することが可能になる。

【0071】（実施形態4）本実施形態の電子エミッタ付発光装置の基本構成は図15に示した実施形態3と略同じであって、図17に示すように、電子エミッタ10をバリアリブ12に設けている点が相違する。本実施形態では、背面ガラス基板11側に実施形態1と同様の方法でバリアリブ12を形成した後に、電子エミッタ10をバリアリブ12へ付加する工程を加えればよい。なお、実施形態3と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0072】しかして、本実施形態においても、電子エミッタ10が表示セル内に配設されているので、放電させる以前から、あるいは常時、電子エミッタ10を図示しない駆動手段によって駆動することによって、図16の構成に比べて放電開始電圧を低減することが可能になる。要するに、本実施形態においても、実施形態1と同様に、ガス中へ電子エミッタ10から電子を供給することにより、紫外線生成に寄与しないイオンの生成によるエネルギーの損失を増加させることなく電子密度を向上させることができ、Xeガスの励起効率を向上させることができ、また、Xeガスを励起させるのに必要なエネルギーを減少させることができ、放電が開始する放電開始電圧および放電を維持するための電圧を低減することができるから、発光効率が向上するとともに低消費電力化を図ることができる。しかも、電子エミッタ10が上述のように、表面電極7と下部電極8との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層6を

有し表面電極7と下部電極8との間に直流電圧を印加することにより下部電極8から強電界ドリフト層6へ注入された電子が表面電極7を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなるので、電子放出特性の真空度依存性が小さいから、プラズマディスプレイパネルの表示セル内のような数十kPaの圧力中でも比較的低い低駆動電圧で安定して電子を放出することができ、安定性を高めることができる。

【0073】(実施形態5)本実施形態では、DC型のPDPの表示セルとして応用可能な図18に示す電子エミッタ付発光装置を例示する。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0074】ところで、従来のDC型のPDPの一種である透過型PDPの表示セルは、図19に示すような基本構成を有し、周知のように、前面ガラス基板20における背面ガラス基板11との対向面に透明電極21が形成され、透明電極21の周囲に蛍光体層13が形成されている。一方、背面ガラス基板11における前面ガラス基板20との対向面上にはアドレス電極14が形成されている。ここに、対をなす透明電極21とアドレス電極14との間には電界印加手段たる直流電源(図示せず)から直流電圧が印加される。

【0075】これに対して、本実施形態では、図18に示すように、背面ガラス基板11上に形成されたアドレス電極14上に電子エミッタ10が形成されている。ここに、電子エミッタ10は、アドレス電極14が実施形態1で説明した下部電極8を兼ねており、表面電極7が前面ガラス基板20に対向している。要するに、図18に示す基本構成では、電子エミッタ10から同図中に矢印Aで示す向きに電子が放出される。

【0076】しかして、本実施形態においても、電子エミッタ10が表示セル内に配設されているので、放電させる以前から、あるいは常時、電子エミッタ10を図示しない駆動手段によって駆動することによって、図19の構成に比べて放電開始電圧を低減することが可能になる。要するに、本実施形態においても、実施形態1と同様に、ガス中へ電子エミッタ10から電子を供給することにより、紫外線生成に寄与しないイオンの生成によるエネルギーの損失を増加させることなく電子密度を向上させることができ、Xeガスの励起効率を向上させることができ、また、Xeガスを励起させるのに必要なエネルギーを減少させることができ、放電が開始する放電開始電圧および放電を維持するための電圧を低減することができるから、発光効率が向上するとともに低消費電力化を図ることができる。しかも、電子エミッタ10が上述のように、表面電極7と下部電極8との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層6を有し表面電極7と下部電極8との間に直流電圧を印加することにより下部電極8から強電界ドリフト層6へ注入された電子が表面電極7を通して放出される弾道電子面

放出型の電子エミッタからなるので、電子放出特性の真空度依存性が小さいから、プラズマディスプレイパネルの表示セル内のような数十kPaの圧力中でも比較的低い低駆動電圧で安定して電子を放出することができ、安定性を高めることができる。

【0077】また、本実施形態では、背面ガラス基板11側に電子エミッタ10を設けているので、蛍光体層13の被着面積を減少させることなく電子エミッタ10の電子放出面積を増大させることができ、比較的容易にエミッタ電流を増加することが可能になる。

【0078】(実施形態6)本実施形態の電子エミッタ付発光装置の基本構成は図18に示した実施形態5と略同じてあって、図20に示すように、電子エミッタ10をバリアリブ12に設けている点が相違する。本実施形態では、背面ガラス基板11側に実施形態1と同様の方法でバリアリブ12を形成した後に、電子エミッタ10をバリアリブ12へ付加する工程を加えればよい。なお、実施形態5と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0079】しかして、本実施形態においても、電子エミッタ10が表示セル内に配置されているので、放電させる以前から、あるいは常時、電子エミッタ10を図示しない駆動手段によって駆動することによって、図19の構成に比べて放電開始電圧を低減することが可能になる。要するに、本実施形態においても、実施形態1と同様に、ガス中へ電子エミッタ10から電子を供給することにより、紫外線生成に寄与しないイオンの生成によるエネルギーの損失を増加させることなく電子密度を向上させることができ、Xeガスの励起効率を向上させることができ、また、Xeガスを励起させるのに必要なエネルギーを減少させることができ、放電が開始する放電開始電圧および放電を維持するための電圧を低減することができるから、発光効率が向上するとともに低消費電力化を図ることができる。しかも、電子エミッタ10が上述のように、表面電極7と下部電極8との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層6を有し表面電極7と下部電極8との間に直流電圧を印加することにより下部電極8から強電界ドリフト層6へ注入された電子が表面電極7を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなるので、電子放出特性の真空度依存性が小さいから、プラズマディスプレイパネルの表示セル内のような数十kPaの圧力中でも比較的低い低駆動電圧で安定して電子を放出することができ、安定性を高めることができる。

【0080】なお、上記各実施形態では、電子エミッタ付発光装置をPDPへ応用した例について説明したが、PDPに限らず、面状光源や紫外光ランプなどへの応用も考えられ、これらの場合には蛍光体層13は必ずしも設ける必要はない。また、照明や、紫外線を放出する殺菌ランプなどへの新たな用途を創出することが期待でき

る。

【0081】

【発明の効果】請求項1の発明は、気密容器内に封入されたガスの励起に伴う発光を利用する発光装置へ前記ガスを励起させるように前記ガス中へ電子を供給する電子エミッタを付加したものであって、前記電子エミッタが、表面電極と下部電極との間に酸化若しくは窒化した多孔質半導体層よりなる強電界ドリフト層を有し表面電極と下部電極との間に直流の駆動電圧を印加することにより下部電極から強電界ドリフト層へ注入された電子が表面電極を通して放出される弾道電子面放出型の電子エミッタからなるものであり、ガス中へ電子エミッタから電子を供給することにより、ガスを励起させるのに必要なエネルギーを減少させることができ、ガスの励起効率が向上するとともに、放電が開始する放電開始電圧および放電を維持するための電圧を低減することができるから、発光効率が向上するとともに低消費電力化を図ることができ、しかも、弾道電子面放出型の電子エミッタは電子放出特性の真空度依存性が小さくて例えばプラズマディスプレイパネルの表示セル内のような数十kPaの圧力中でも比較的低い駆動電圧で安定して電子を放出することができるので、安定性を高めることができるという効果がある。

【0082】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記ガスは、紫外線を発生するガスからなるので、例えば、気密容器の内壁面に紫外線により励起されて発光する蛍光体層を被着しておくことにより所望の発光色を得ることが可能になるという効果がある。

【0083】請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記気密容器に設けられた対になる放電用電極と、当該対になる放電用電極間に直流電圧を印加して前記気密容器内へ電界を印加する電界印加手段とを備えるので、例えば直流放電型のプラズマディスプレイパネルへの応用が可能になるという効果がある。

【0084】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記電界印加手段は、前記ガスが放電する放電開始電圧よりも小さな直流電圧を前記対になる放電用電極間に印加する機能を備えるので、放電開始電圧よりも小さな電圧で動作させることによって発光効率がさらに向上し、また、プラズマからのイオンなどの衝突によって前記電子エミッタが受けるダメージを低減することができ長寿命化を図ることができるという効果がある。

【0085】請求項5の発明は、請求項3の発明において、前記電子エミッタは、前記放電用電極へ流れる電流を制限するように前記対になる放電用電極間に配置されているので、前記放電用電極へ過大な電流が流れるのを前記電子エミッタによって防ぐことができ、長寿命化を図ることができ、しかも、前記放電用電極へ流れる電流を制限するための保護抵抗を別途に設ける必要がないから、保護抵抗を形成するためのプロセスを削減できると

いう効果がある。

【0086】請求項6の発明は、請求項3の発明において、前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動させる機能を有するので、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動して前記ガス中へ電子を供給することで従来のような補助セルを設けることなしに、電界印加手段によって直流電圧を印加したときに放電が開始するまでに要する時間を短縮することが可能になるという効果がある。

【0087】請求項7の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記気密容器に設けられた対になる放電用電極と、当該対になる放電用電極間に交流電圧を印加して前記ガスを放電させる電界印加手段と、前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、放電開始以前から前記電子エミッタを駆動させる機能を有するので、例えば交流放電型のプラズマディスプレイパネルの表示セルへの応用が可能になり、また、電界印加手段によって交流電圧を印加したときに放電が開始するまでに要する時間を短縮することが可能になるとともに、放電開始電圧を低減させることが可能になるという効果がある。

【0088】請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7の発明において、前記電子エミッタは、前記気密容器内に配設されているので、前記電子エミッタから前記ガス中へ電子を効率的に供給することができるという効果がある。

【0089】請求項9の発明は、請求項8の発明において、前記電子エミッタは、前記気密容器の内壁面に配設されているので、前記電子エミッタを前記気密容器の内壁面に形成することができ、製造が容易になるという効果がある。

【0090】請求項10の発明は、請求項1ないし請求項9の発明において、前記電子エミッタの前記表面電極と前記下部電極との間へ前記駆動電圧を印加して前記電子エミッタを駆動する駆動手段を備え、駆動手段は、前記電子エミッタからピークエネルギーが3eV以下若しくは10eV以上の電子が放出されるように前記電子エミッタを駆動するので、前記ガス中への電子の注入効率を向上させることができるという効果がある。

【0091】請求項11の発明は、請求項10の発明において、前記駆動手段は、18V以上の駆動電圧で前記電子エミッタを駆動するので、前記電子エミッタから放出される電子のエネルギー分布におけるピークエネルギーが10eV以上になるから、前記ガス中への電子の注入効率を向上させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態を示し、エミッタ付発光装置を応用し

21

たプラズマディスプレイパネルの概略構成図である。

【図2】同上におけるエミッタ付発光装置の基本構成図である。

【図3】同上における電子エミッタの基本構成図である。

【図4】同上における電子エミッタの動作説明図である。

【図5】同上における電子エミッタの動作説明図である。

【図6】同上のシミュレーション結果による特性説明図 10 である。

【図7】同上のシミュレーション結果による特性説明図である。

【図8】同上のシミュレーション結果による特性説明図である。

【図9】同上のシミュレーション結果による特性説明図である。

【図10】同上の動作説明図である。

【図11】同上における電子エミッタの特性説明図である。

20

22

【図12】同上における電子エミッタの特性説明図である。

【図13】実施形態2を示す概略構成図である。

【図14】同上の参考例の概略構成図である。

【図15】実施形態3を示す概略構成図である。

【図16】同上の参考例の概略構成図である。

【図17】実施形態4を示す概略構成図である。

【図18】実施形態5を示す概略構成図である。

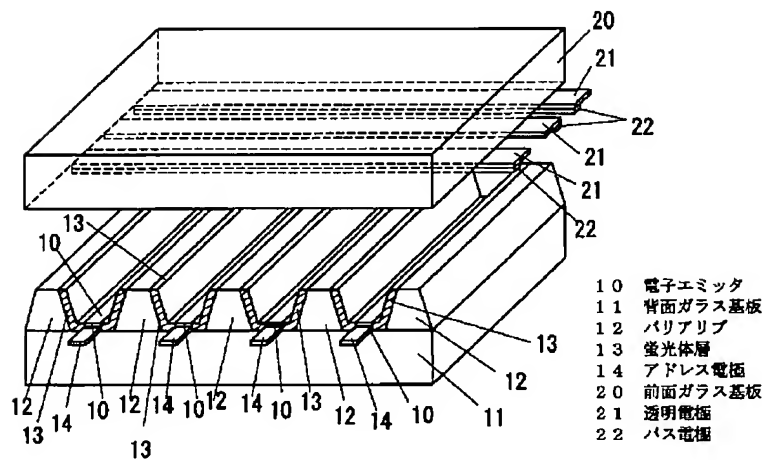
【図19】同上の参考例の概略構成図である。

【図20】実施形態6を示す概略構成図である。

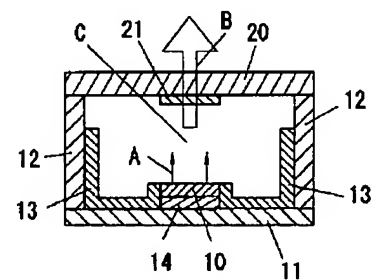
【符号の説明】

- 10 電子エミッタ
- 11 背面ガラス基板
- 12 バリアリブ
- 13 蛍光体層
- 14 アドレス電極
- 20 前面ガラス基板
- 21 透明電極
- 22 バス電極

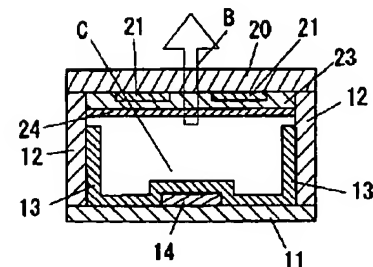
【図1】



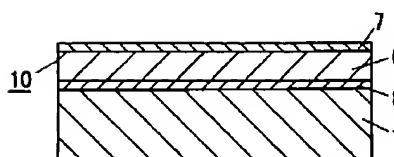
【図2】



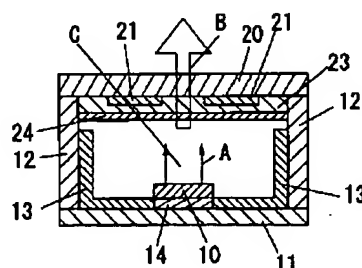
【図14】



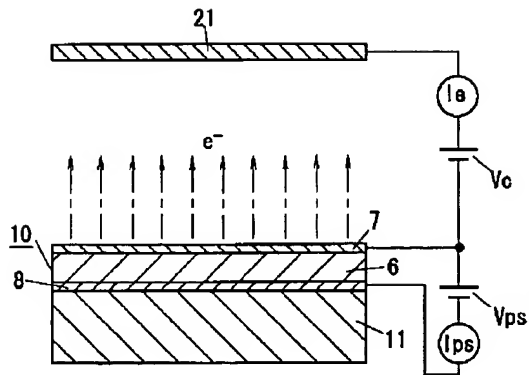
【図3】



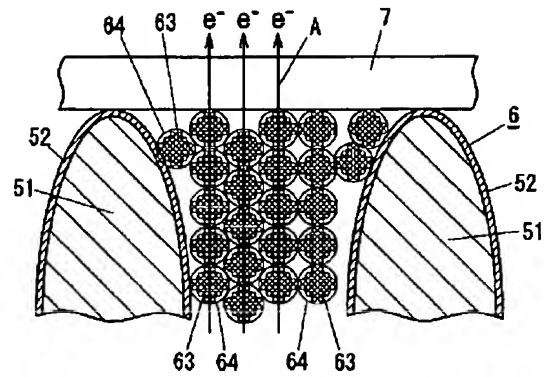
【図13】



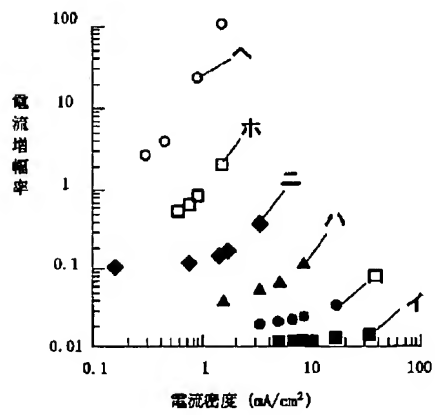
【図4】



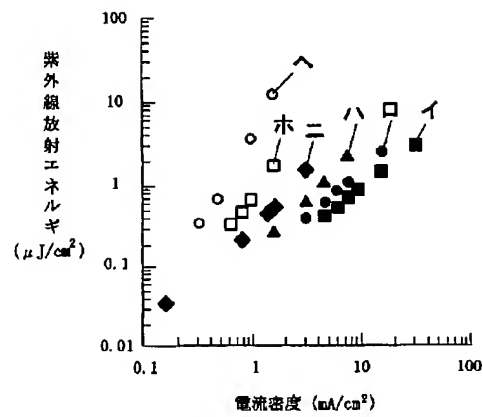
【図5】



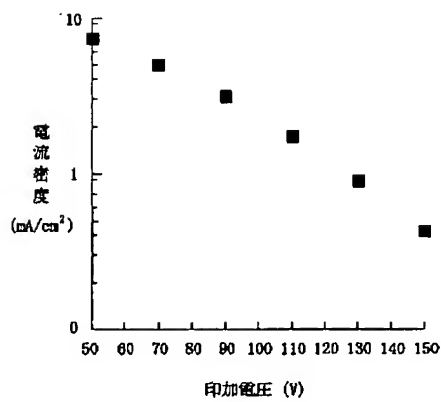
【図6】



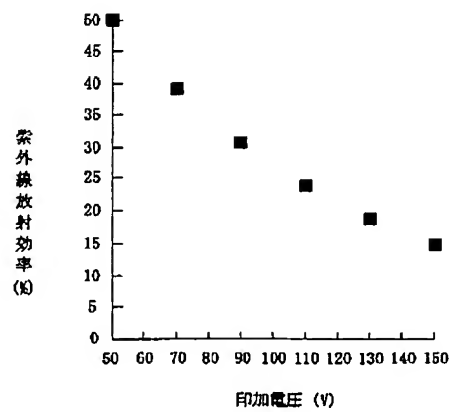
【図7】



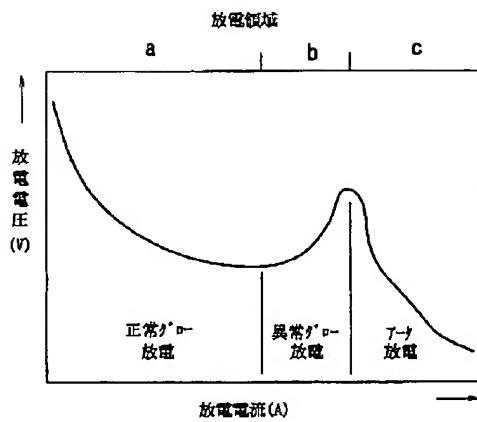
【図8】



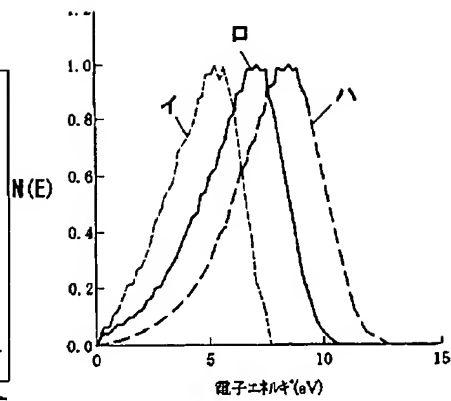
【図9】



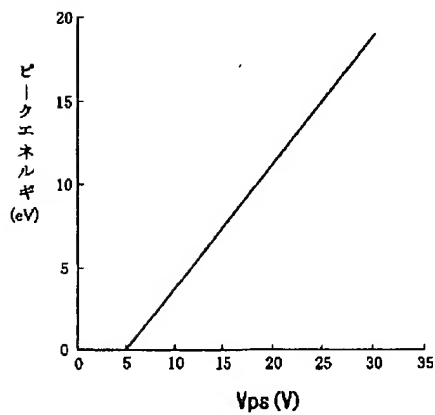
【図10】



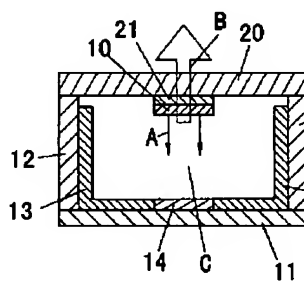
【図11】



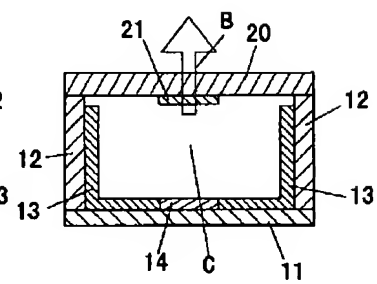
【図12】



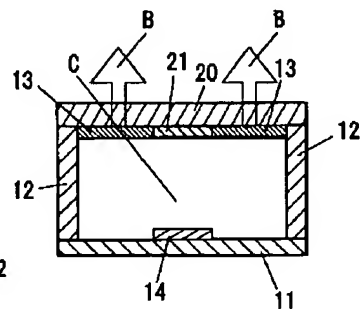
【図15】



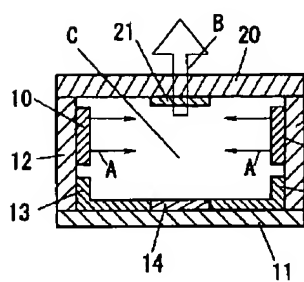
【図16】



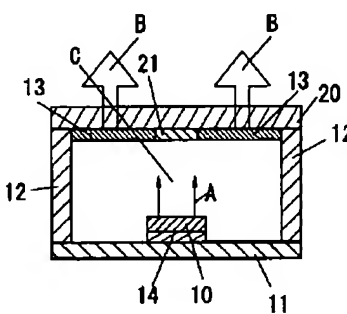
【図19】



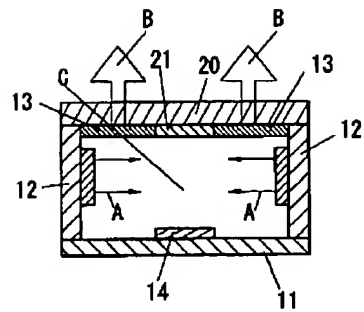
【図17】



【図18】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 相澤 浩一
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内
(72)発明者 橘 邦英
京都府京田辺市大住ケ丘4丁目23-12番地

(72)発明者 橋口 征四郎
滋賀県蒲生郡安土町下豊浦1266-14番地
Fターム(参考) 5C040 FA02 FA04 GB03 GB12 GB14
MA12